

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-024816

(43)Date of publication of application : 25.01.2002

(51)Int.Cl.

G06T 3/40  
H04N 1/387

(21)Application number : 2000-206446

(71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 07.07.2000

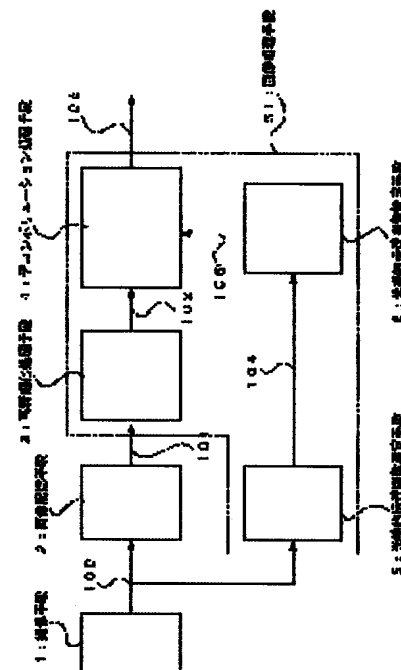
(72)Inventor : TANAAMI TAKEO

(54) IMAGE PROCESSING METHOD AND IMAGE PROCESSING DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image processing method, capable of forming an image having higher precision than resolution of an imaging means, and an image processing device using the method.

**SOLUTION:** In this highly precise image processing method for forming the highly precise image, an optical transfer function by an optical part is measured, and a region part characteristic which is higher than the resolution of the imaging means in the optical transfer function is inferred, based on two or more measuring points of the optical transfer function, and a low-resolution input image is subjected to interpolation processing to become highly precise, and deconvolution processing of the obtained highly precise image is executed by the optical transfer function, including the region part characteristic higher than the resolution, to thereby restore original object.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-24816  
(P2002-24816A)

(43)公開日 平成14年1月25日(2002.1.25)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 6 T 3/40		G 0 6 T 3/40	C 5 B 0 5 7
H 0 4 N 1/387	1 0 1	H 0 4 N 1/387	1 0 1 5 C 0 7 6

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-206446(P2000-206446)

(22)出願日 平成12年7月7日(2000.7.7)

(71)出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(72)発明者 田名綱 健雄

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河  
電機株式会社内

Fターム(参考) 5B057 CA02 CA08 CA12 CA16 CB02

CB08 CB12 CB16 CC01 CD06

CH01

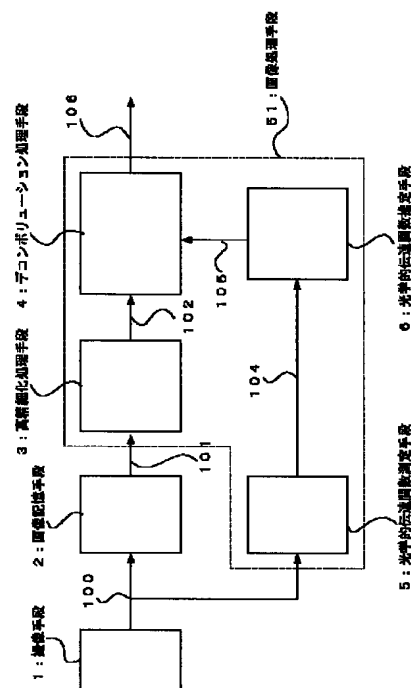
5C076 AA21 AA40 BA06 BB04 BB40

(54)【発明の名称】 画像処理方法及びこれを用いた画像処理装置

(57)【要約】

【課題】 撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能な画像処理方法及びこれを用いた画像処理装置を実現する。

【解決手段】 高精細の画像を生成する画像処理方法において、光学部品による光学的伝達関数を測定しておき、光学的伝達関数の2以上の測定点に基づき光学的伝達関数のうち撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定し、低分解能の入力画像を補間処理して高精細化し、この高精細化された画像を分解能以上の領域部分の特性を含む光学的伝達関数でデコンボリューション処理して元の物体を復元する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高精細の画像を生成する画像処理方法において、

光学部品による光学的伝達関数を測定しておき、  
前記光学的伝達関数の 2 点以上の測定点に基づき前記光学的伝達関数のうち撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定し、

低分解能の入力画像を補間処理して高精細化し、  
この高精細化された画像を分解能以上の領域部分の特性を含む前記光学的伝達関数でデコンボリューション処理して元の物体を復元することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】 前記光学的伝達関数を多項式近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 3】 前記光学的伝達関数をスプライン近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 4】 前記光学的伝達関数を対数近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 5】 前記光学的伝達関数を直交多項式近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 6】 高精細の画像を生成する画像処理方法を用いた画像処理装置において、

光学部品による光学的伝達関数の 2 点以上の測定点を測定する光学的伝達関数測定手段と、

前記光学的伝達関数が予め格納され前記の光学的伝達関数測定手段の出力に基づき前記光学的伝達関数のうち撮像手段の分解能以上の領域部分の特性を推定する光学的伝達関数推定手段と、

低分解能の入力画像を補間処理して高精細化する高精細化処理手段と、

この高精細化処理手段の出力画像を前記光学的伝達関数推定手段の出力でデコンボリューション処理して元の物体を復元するデコンボリューション処理手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 7】 前記光学的伝達関数推定手段が、  
前記光学的伝達関数を多項式近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することを特徴とする請求項 6 記載の画像処理装置。

【請求項 8】 前記光学的伝達関数推定手段が、  
前記光学的伝達関数をスプライン近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することを特徴とする請求項 6 記載の画像処理装置。

【請求項 9】 前記光学的伝達関数推定手段が、  
前記光学的伝達関数を対数近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することを特徴とする請求項 6 記載の画像処理装置。

【請求項 10】 前記光学的伝達関数推定手段が、  
前記光学的伝達関数を直交多項式近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することを特徴とする請求項 6 記載の画像処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高精細の画像を生成する画像処理方法に関し、特に撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能な画像処理方法及びこれを用いた画像処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の高精細画像を得る画像処理方法としては、低分解能の画素を補間により、高精細化する画像処理方法が存在している。図 5 はこのような従来の画像処理方法の一例を示す説明図である。

【0003】 図 5 (A) に示すような“480×640”程度の画素を補間により図 5 (B) に示すような“1280×960”程度の約 2 倍の高精細画像に処理する。

【0004】 このように補間処理により画像を高精細化することにより、斜めのラインを滑らかにすることが可能になる。例えば、図 6 は補間処理前後の斜めのライン部分を拡大した一例を示す説明図である。

【0005】 図 6 (A) に示す補間処理前のラインと比較して図 6 中 (B) に示す補間処理後のラインが滑らかになっていることが分かる。

【0006】 但し、図 5 に示す従来例では画素を平均化するため斜めのラインは滑らかになるものの、逆にエッジ部分は不明瞭になると言った問題点があった。図 7 はこのような補間処理前後のエッジ部分を拡大した一例を示す説明図である。

【0007】 図 7 (A) に示す補間処理前のエッジ部分では図 7 中“CL01”に示すような階調の特性を有しており、図 7 中“ED01”に示すエッジ部分では階調がシャープに切り換わっている。

【0008】 一方、図 7 中 (B) に示す補間処理後のエッジ部分では図 7 中“CL02”に示すように、図 7 中“ED02”に示すエッジ部分の前後で階調が平均化されてしまうため、エッジ部分の階調が滑らかに切り換わってしまいエッジ部分が不明瞭になってしまう。

【0009】 すなわち、画素の補間で高精細化しただけでは撮像の対象である元の物体を正確に復元することができない。

【0010】 このため、補間処理後の画像データに対して画像の品質低下を改善する処理を行う必要がある。従来の画像の品質低下を改善する画像処理方法としては、画像を光学部品の電気系の伝達特性に対応する光学的伝達関数 (MTF : Modulation Transfer Function) でデコンボリューションすることにより、元の物体を復元し画像の品質低下を改善するデコンボリューション処理が

存在する。

【0011】図8はこのような従来の画像処理装置の一例を示す構成ブロック図である。図8において1はCCDカメラ等の撮像手段、2は画像記憶手段、3は高精細化処理手段、4はデコンボリューション処理手段、100及び101は画像データ信号、102は高精細化された画像データ信号、103は画像処理済の画像データ信号である。また、3及び4は画像処理手段50を構成している。

【0012】撮像手段1の出力信号である画像データ信号100は画像記憶手段2に入力され、画像記憶手段2の出力信号である画像データ信号101は高精細化処理手段3に入力される。

【0013】高精細化処理手段3の出力である画像データ信号102はデコンボリューション処理手段4の入力に印加され、デコンボリューション処理手段4は画像処理済の画像データ信号103を出力する。

【0014】ここで、図8に示す従来例の動作を図9を用いて説明する。図9は撮像手段1に光を入射させる光学部品の光学的伝達関数の特性の一例を示す特性曲線図である。予め、このような光学部品の光学的伝達関数の特性を撮像手段を用いて取得しておきデコンボリューション処理手段4内に図9に示すような特性を格納する。

【0015】そして、撮像手段1からの画像データ信号100を画像記憶手段2に取り込み、高精細化処理手段3は画像記憶手段2に記憶されている画像データ信号を順次読み出して画素を補間して高精細の画像データを生成し、デコンボリューション処理手段4は予め格納されている光学的伝達関数の特性により当該高精細の画像データをデコンボリューション処理して画像品質を改善させる。

#### 【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図8に示す従来例では予め光学的伝達関数の特性を得るために撮像手段1として画素数“N”（分解能が“N”）のカメラを用いた場合には得られる光学的伝達関数の分解能は“N”の部分で切られてしまう。

【0017】図10はこのような状況を説明するための光学的伝達関数の特性の一例を示す特性曲線図である。図10中“P F 0 1”に示すように撮像手段1に光を入射させる光学部品の光学的伝達関数の特性は分解能“N”を超えて存在するものの、撮像手段1の分解能が“N”であるために分解能“N”以上の領域の特性（図10中破線部分）を得ることができない。言い換えれば、図10中“R N 0 1”に示す領域の特性しか得ることができない。

【0018】このため、分解能“N”の撮像手段1で測定した画像データを画素の補間により分解能“2N”に高精細化した後に得られた光学的伝達関数の特性でデコンボリューション処理しても図9中“R N 0 2”に示す

領域の特性が欠如しているため正確に元の物体を復元し画像の品質低下を改善することができないと言った問題点があった。

【0019】言い換えれば、画像データを画素の補間により高精細化した後に光学的伝達関数の特性でデコンボリューション処理したとしても、撮像手段1の分解能“N”以上の高精細な画像を得ることができないと言った問題点があった。従って本発明が解決しようとする課題は、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能な画像処理方法及びこれを用いた画像処理装置を実現することにある。

#### 【0020】

【課題を解決するための手段】このような課題を達成するために、本発明のうち請求項1記載の発明は、高精細の画像を生成する画像処理方法において、光学部品による光学的伝達関数を測定しておき、前記光学的伝達関数の2点以上の測定点に基づき前記光学的伝達関数のうち撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定し、低分解能の入力画像を補間処理して高精細化し、この高精細化された画像を分解能以上の領域部分の特性を含む前記光学的伝達関数でデコンボリューション処理して元の物体を復元することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0021】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明である画像処理方法において、前記光学的伝達関数を多項式近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0022】請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明である画像処理方法において、前記光学的伝達関数をスプライン近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0023】請求項4記載の発明は、請求項1記載の発明である画像処理方法において、前記光学的伝達関数を対数近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0024】請求項5記載の発明は、請求項1記載の発明である画像処理方法において、前記光学的伝達関数を直交多項式近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0025】請求項6記載の発明は、高精細の画像を生成する画像処理方法を用いた画像処理装置において、光学部品による光学的伝達関数の2点以上の測定点を測定する光学的伝達関数測定手段と、前記光学的伝達関数が予め格納され前記の光学的伝達関数測定手段の出力に基づき前記光学的伝達関数のうち撮像手段の分解能以上の領域部分の特性を推定する光学的伝達関数推定手段と、

低分解能の入力画像を補間処理して高精細化する高精細化処理手段と、この高精細化処理手段の出力画像を前記光学的伝達関数推定手段の出力でデコンボリューション処理して元の物体を復元するデコンボリューション処理手段とを備えたことにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0026】請求項7記載の発明は、請求項6記載の発明である画像処理装置において、前記光学的伝達関数推定手段が、前記光学的伝達関数を多項式近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0027】請求項8記載の発明は、請求項6記載の発明である画像処理装置において、前記光学的伝達関数推定手段が、前記光学的伝達関数をスプライン近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0028】請求項9記載の発明は、請求項6記載の発明である画像処理装置において、前記光学的伝達関数推定手段が、前記光学的伝達関数を対数近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0029】請求項10記載の発明は、請求項6記載の発明である画像処理装置において、前記光学的伝達関数推定手段が、前記光学的伝達関数を直交多項式近似して撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】以下本発明を図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明に係る画像処理方法を用いた画像処理装置の一実施例を示す構成ブロック図である。図1において1～4、100、101及び102は図8と同一符号を付してあり、5は光学的伝達関数測定手段、6は光学的伝達関数推定手段、104は測定されたコントラストデータ、105は推定された光学的伝達関数データ信号、106は画像処理済の画像データ信号である。また、3、4、5及び6は画像処理手段51を構成している。

【0031】撮像手段1の出力信号である画像データ信号100は画像記憶手段2及び光学的伝達関数測定手段5に入力され、画像記憶手段2の出力信号である画像デ\*

\*ータ信号101は高精細化処理手段3に入力される。

【0032】高精細化処理手段3の出力である画像データ信号102はデコンボリューション処理手段4の一方の入力に印加される。

【0033】一方、光学的伝達関数測定手段5の出力であるコントラストデータ信号104は光学的伝達関数推定手段6に入力され、光学的伝達関数推定手段6の出力である光学的伝達関数データ信号105はデコンボリューション処理手段4の他方の入力に印加され、デコンボリューション処理手段4は画像処理済の画像データ信号106を出力する。

【0034】ここで、図1に示す実施例の動作を図2、図3及び図4を用いて説明する。図2は画像処理手段51の動作を説明するフロー図、図3は光学的伝達関数の測定方法を説明する説明図、図4は推定された光学的伝達関数の特性を示す特性曲線図である。また、図3において1は撮像手段、7はレンズ等の光学部品、8は撮像対象である試料（物体）である。

【0035】図2中”S001”において画像処理手段51は、予め、撮像対象である試料A、Bを前記光学部品を介して撮像手段1に入射させ、光学的伝達関数測定手段5でこの画像を記憶する。

【0036】すなわち、図3に示すように光学部品7を介して入射される試料8（試料A、B）からの光を撮像手段1により図3中（A）及び（B）に対応する画像を取得する。

【0037】例えば、図4中”f1”及び”f2”に示す分解能に対する図4中”C1”及び”C2”に示すようなコントラストを測定する。図3中（A）及び（B）の光強度は図3中（A'）及び（B'）のように示され、コントラスト”C”は光強度の最大及び最小を”I<sub>max</sub>”及び”I<sub>min</sub>”とすれば、 $C = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$ となる。

【0038】図2中”S002”において画像処理手段51は、光学的伝達関数測定手段5で測定された2点以上のコントラストのデータに基づき高分解能領域の光学的伝達関数の特性を光学的伝達関数推定手段6で推定させる。

【0039】例えば、光学的伝達関数推定手段6では測定された2点以上のコントラストのデータに基づき回帰分析を行い下記に示す多項式により図4に示すような高分解能領域のコントラストである分解能”2N”におけるコントラスト”C<sub>2N</sub>”を推定する。

$$C_{2N} = a_0 + a_1 * f + a_2 * f^2 + \dots = \sum_{i=0}^k a_i f^i$$

【0040】図2中”S003”において画像処理手段51は、撮像手段1からの画像データ信号100を画像記憶手段2に取り込み、図2中”S004”において画

像処理手段51は高精細化処理手段3で画像データ信号の画素を補間して高精細の画像データを生成する。

【0041】最後に、図2中”S005”において画像

処理手段 51 は、デコンボリューション処理手段 4 に予め格納されている光学的伝達関数の特性及び光学的伝達関数推定手段 7 の高分解能領域が推定された光学的伝達関数の特性により高精細の画像データをデコンボリューション処理して画像品質を改善させる。

【0042】この結果、光学的伝達関数の特性のうち撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定した上で、この高分解能領域の特性を含む光学的伝達関数の特性により補間により高精細化された画像データをデコンボリューション処理することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【0043】なお、図 1 に示す実施例の説明に際しては、光学的伝達関数推定手段 7 では測定された 2 点以上のコントラストのデータに基づき多項式近似で高分解能領域のコントラストを推定しているが、勿論、これに限定されるものではなくスプライン近似や対数近似、直交多項式近似等により高分解能領域のコントラストを推定しても構わない。

【0044】また、図 1 に示す実施例の説明に際しては、説明の簡単のために撮像手段の分解能の 2 倍の高精細化を前提に説明しているが、これに限定されるものではなく任意の高精細化に対応することも可能である。

【0045】また、高精細化処理手段 3 の高精細の度合いに応じて光学的伝達関数指定手段 6 の推定すべき分解能の値を連動させても構わない。

【0046】また、図 1 に示す実施例の説明に際しては、予め光学的伝達関数の特性がデコンボリューション処理手段 4 に格納されている旨の記載をしているが、予め得られている光学的伝達関数の特性を光学的伝達関数推定手段 7 に格納しておき、光学的伝達関数推定手段 7 が推定した高分解能領域の光学的伝達関数の特性と共にデコンボリューション処理手段 4 に出力しても構わない。

【0047】

【発明の効果】以上説明したことから明らかなように、本発明によれば次のような効果がある。請求項 1 乃至請求項 10 の発明によれば、光学的伝達関数の特性のうち撮像手段の分解能以上の領域部分特性を推定した上で、\*

\* この高分解能領域の特性を含む光学的伝達関数の特性により補間により高精細化された画像データをデコンボリューション処理することにより、撮像手段の分解能以上の高精細の画像を生成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る画像処理方法を用いた画像処理装置の一実施例を示す構成ブロック図である。

【図 2】画像処理手段の動作を説明するフロー図である。

【図 3】光学的伝達関数の測定方法を説明する説明図である。

【図 4】推定された光学的伝達関数の特性を示す特性曲線図である。

【図 5】従来の画像処理方法の一例を示す説明図である。

【図 6】補間処理前後の斜めのライン部分を拡大した一例を示す説明図である。

【図 7】補間処理前後のエッジ部分を拡大した一例を示す説明図である。

【図 8】従来の画像処理装置の一例を示す構成ブロック図である。

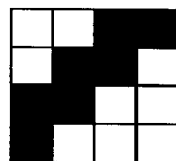
【図 9】光学的伝達関数の特性の一例を示す特性曲線図である。

【図 10】光学的伝達関数の特性の一例を示す特性曲線図である。

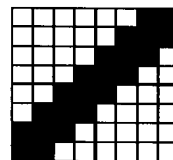
【符号の説明】

- 1 撮像手段
- 2 画像記憶手段
- 3 高精細化処理手段
- 4 デコンボリューション処理手段
- 5 光学的伝達関数測定手段
- 6 光学的伝達関数推定手段
- 7 光学部品
- 8 試料
- 50, 51 画像処理手段
- 100, 101, 102, 103 画像データ信号
- 104, 105 光学的伝達関数データ信号

【図 6】

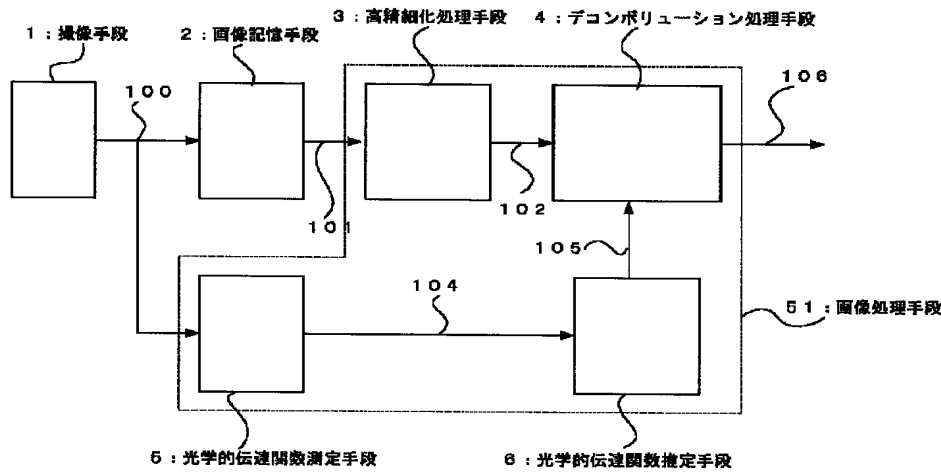


(A)

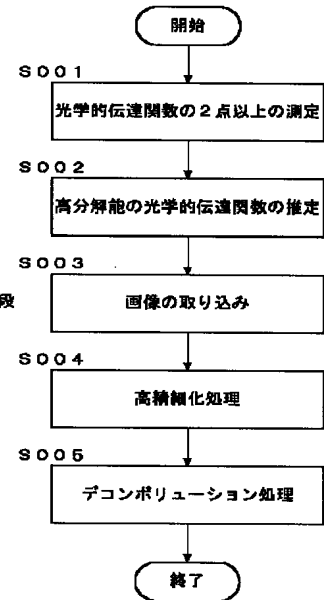


(B)

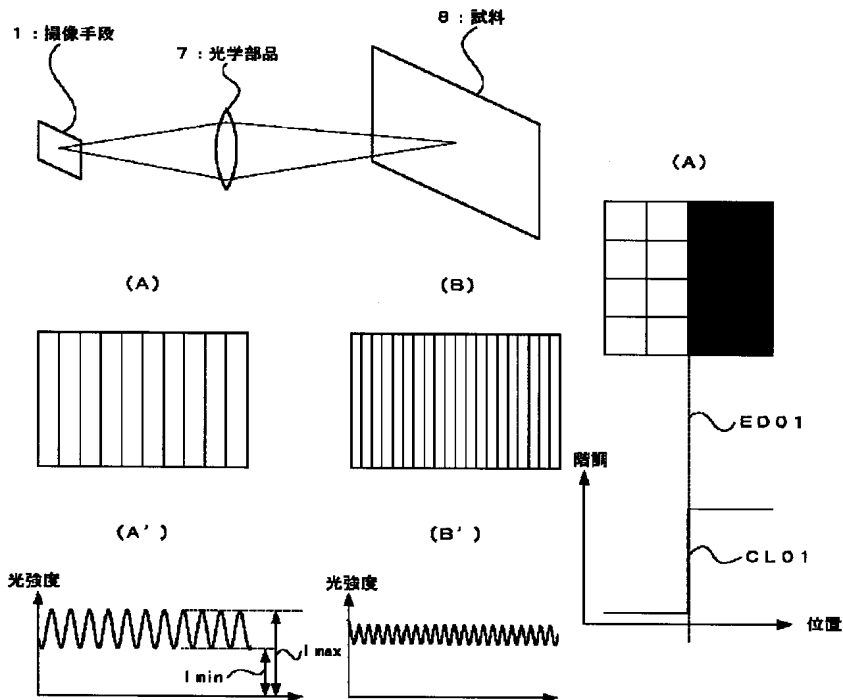
【図1】



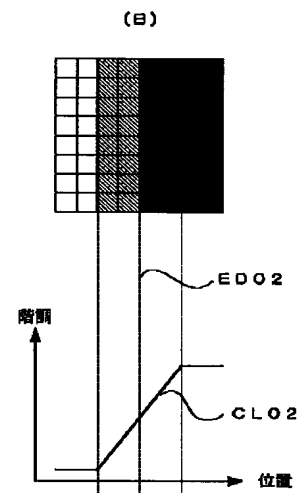
【図2】



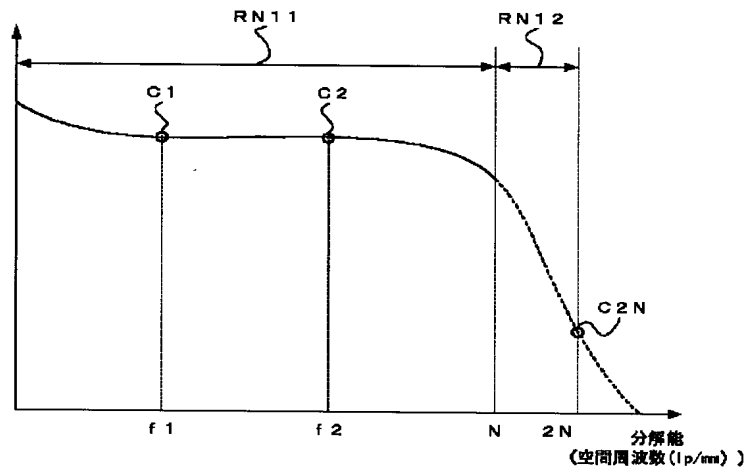
【図3】



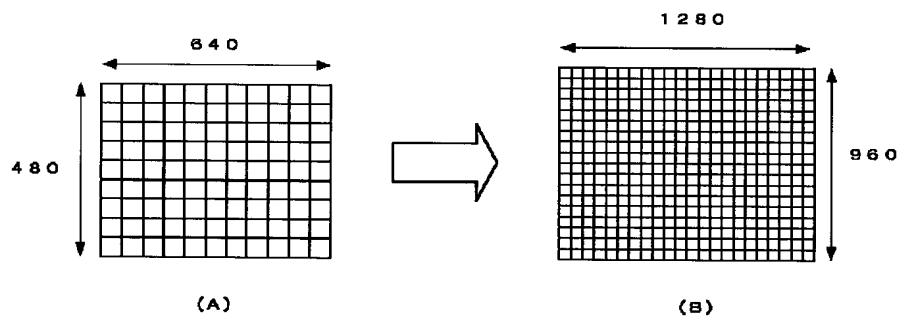
【図7】



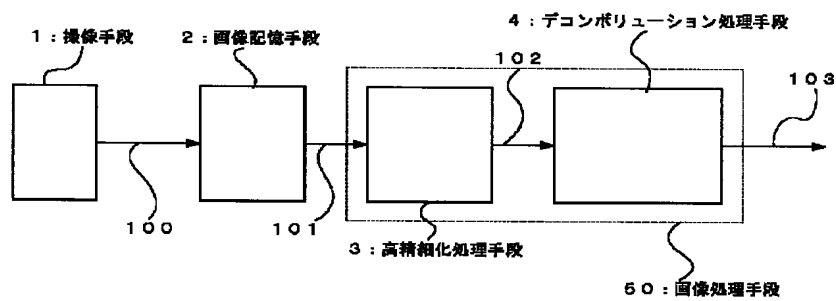
【図4】



【図5】

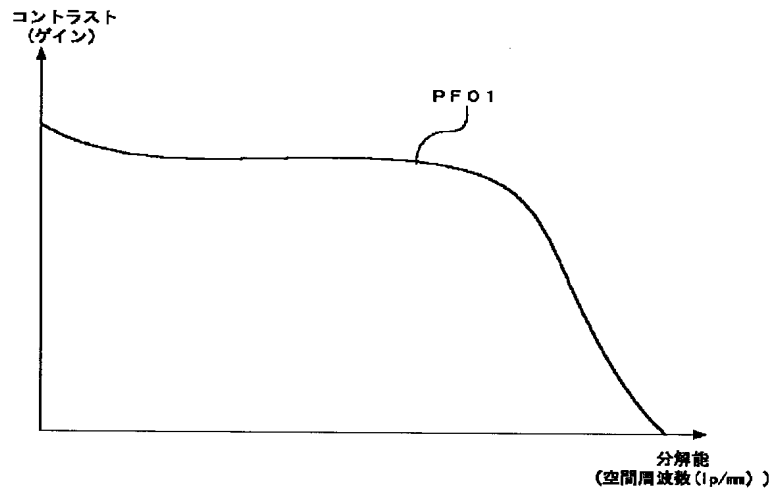


【図8】





【図 9】



【図 10】

